



Application Serial No. 10/692,891

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Helmut Laig-Hoerstebroek et al.

Title: METHOD FOR  
DETERMINING THE WEAR  
TO A STORAGE BATTERY,  
AND A MONITORING  
DEVICE

Appl. No.: 10/692,891

Filing Date: 10/24/2003

Examiner: To be determined

Art Unit: 2838

Atty. Dkt. No.: 054821-0873

**CERTIFICATE OF EXPRESS MAILING**  
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service's "Express Mail Post Office To Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated below and is addressed to: Commissioner for Patents, PO Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

EV 431600473 US 03/22/04  
(Express Mail Label Number) (Date of Deposit)

Roberta A. Cooper  
(Printed Name)

*Roberta A. Cooper*  
(Signature)

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- GERMANY Patent Application No. DE 102 49 921.7  
filed 10/26/2002.

Respectfully submitted,

Date 3/22/04

By

FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 26371

Telephone: (414) 297-5564  
Facsimile: (414) 297-4900

Marcus W. Sprow  
Attorney for Applicant  
Registration No. 48,580

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 49 921.7

**Anmeldetag:** 26. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** VB Autobatterie GmbH,  
Hannover/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer  
Speicherbatterie und Überwachungseinrichtung

**IPC:** H 01 M, G 01 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Scholz

**GRAMM, LINS & PARTNER**  
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät**  
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

5

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

VB Autobatterie GmbH  
Am Leineufer 51

30419 Hannover

10

**Braunschweig:**

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm \*°  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins \*°  
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek <sup>II</sup>  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann \*°  
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla <sup>II</sup>  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein\*°  
Rechtsanwalt Stefan Risthaus  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornebel °  
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. Joachim Hartung °

**Hannover:**

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer \*°

★ European Patent Attorney

° European Trademark Attorney

<sup>II</sup> zugelassen beim LG u. OLG Braunschweig

15

Unser Zeichen/Our ref.:  
3333-127 DE-1

**Datum/Date**

25.10.2002

**Patentansprüche**

20

1. Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer Speicherbatterie durch Überwachung des Ladezustands der Speicherbatterie, gekennzeichnet durch

25

- Erkennen von Tiefentladungs-Ereignissen, wenn der Ladezustand kleiner als ein für die Speicherbatterie vorgegebener Minimal-Ladezustand ist,

- Ermitteln der Dauer ( $\tau$ ) der erkannten Tiefentladungen, und

- Bestimmen einer den Verschleiß kennzeichnenden Verschleißgröße

30

( $Q_V$ ) in Abhängigkeit von der Gesamtanzahl (N) und der Gesamtdauer (T) der bislang erkannten Tiefentladungen, wobei die Verschleißgröße ( $Q_V$ ) mit steigender Gesamtanzahl (N) und steigender Gesamtdauer (T) zunimmt.

Antwort bitte nach / please reply to:

**Hannover:**

Freundallee 13  
D-30173 Hannover  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0511 / 988 75 07  
Telefax 0511 / 988 75 09

**Braunschweig:**

Theodor-Heuss-Straße 1  
D-38122 Braunschweig  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon 0531 / 28 14-0 - 0  
Telefax 0531 / 28 14-0 - 28

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschleißgröße ( $Q_v$ ) überproportional mit der Gesamtanzahl ( $N$ ) der Tiefentladungen zunimmt.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschleißgröße ( $Q$ ) überproportional mit der Gesamtdauer ( $T$ ) der Tiefentladungen zunimmt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aufsummierung der Gesamtanzahl ( $N$ ) nur solche Tiefentladungs-Ereignisse gewertet werden, deren Dauer ( $\tau$ ) eine definierte Minimal-Dauer ( $\tau_{min}$ ) überschreitet.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die definierte Minimaldauer ( $\tau_{min}$ ) in Abhängigkeit von der Umgebungs- oder Batterietemperatur festgelegt ist.
- 20 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die definierte Minimal-Dauer ( $\tau_{min}$ ) bei Raumtemperatur im Bereich von 0,1 bis 100 Stunden liegt.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Bestimmen eines Verlustes an Speicherfähigkeit ( $Q_N$ ) der Speicherbatterie proportional zu der ermittelten Verschleißgröße ( $Q_v$ ) ausgehend von einer Speicherfähigkeit ( $Q_{Neu}$ ) zu einem vorhergehenden definierten Zeitpunkt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherfähigkeit ( $Q_{Neu}$ ) zu dem vorhergehenden definierten Zeitpunkt die Speicher-

fähigkeit ( $Q_{\text{Neu}}$ ) der Speicherbatterie im Neuzustand ist und dass die Verschleißgröße ( $Q_V$ ) zu dem definierten Zeitpunkt Null ist.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Gesamtanzahl ( $N$ ) der erkannten Tiefentladungen abhängiger erster Verschleißanteil ( $Q_{VN}$ ) zur Verschleißgröße ( $Q_V$ ) nach einer ersten Tiefentladung einen Wert zwischen 0,1 % und 50 %, vorzugsweise zwischen 1 % und 20 %, der Speicherfähigkeit ( $Q_{\text{Neu}}$ ) der Speicherbatterie zu dem vorhergehenden definierten Zeitpunkt hat.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des von der Gesamtanzahl ( $N$ ) abhängigen ersten Verschleißanteils ( $Q_{VN}$ ) nach der ersten Tiefentladung bei Umgebungs- oder Batterietemperaturen im Bereich von 20 °C zwischen 0,3 % bis 5 % beträgt.

- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Gesamtdauer ( $T$ ) der erkannten Tiefentladungen abhängiger zweiter Verschleißanteil ( $Q_{VT}$ ) zur Verschleißgröße ( $Q_V$ ) nach einer Gesamtdauer ( $T$ ) von 100 Stunden einen Wert zwischen 0,1 % und 100 %, vorzugsweise zwischen 0,1 % und 20 %, der Speicherfähigkeit ( $Q_{\text{Neu}}$ ) der Speicherbatterie zu dem vorhergehenden definierten Zeitpunkt hat.

- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des von der Gesamtdauer ( $T$ ) abhängigen zweiten Verschleißanteils ( $Q_{VT}$ ) nach einer Gesamtdauer ( $T$ ) von 100 Stunden bei Umgebungs- oder Batterietemperaturen im Bereich von 20 °C zwischen 0,3 % und 5 % beträgt.

- 25 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschleißgröße ( $Q_V$ ) aus der Summe eines von der Gesamtanzahl ( $N$ ) der Tiefentladungen abhängigen ersten Verschleißanteils.
- 30

( $Q_{VN}$ ) und eines von der Gesamtdauer (T) der Tiefentladungen abhängigen zweiten Verschleißanteils ( $Q_{VT}$ ) bestimmt wird, wobei der erste Verschleißanteil ( $Q_{VN}$ ) aus einer ersten Funktion ( $f(N)$ ) berechnet wird, die sich linear oder überproportional zu der Gesamtanzahl N verhält und der zweite Verschleißanteil ( $Q_{VT}$ ) aus einer zweiten Funktion ( $g(T)$ ) berechnet wird, die sich linear oder überproportional zu der Gesamtdauer (T) verhält.

14. Überwachungseinrichtung für Speicherbatterien mit einer Messeinheit zur Messung von den Ladezustand der Speicherbatterie kennzeichnenden Größen, gekennzeichnet durch eine Auswerteeinheit zur Bestimmung des Ladezustands der Speicherbatterie aus den gemessenen Größen und Ermittlung des Verschleißes der Speicherbatterie mit dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

15. Computerprogramme in verkörperter Form als Erzeugnis mit Programmcodemitteln, dadurch gekennzeichnet, dass die Programmcodemittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist, wenn das Computerprogramm mit Hilfe eines Mikroprozessors ausgeführt wird.

## GRAMM, LINS & PARTNER

Patent- und Rechtsanwaltssozietät

Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

VB Autobatterie GmbH

Am Leineufer 51

30419 Hannover

### Braunschweig:

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm \*°

Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins \*°

Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek <sup>II</sup>

Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann \*°

Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla <sup>II</sup>

Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein \*°

Rechtsanwalt Stefan Risthaus

Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornebel °

Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. Joachim Hartung °

### Hannover:

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer \*°

★ European Patent Attorney

° European Trademark Attorney

<sup>II</sup> zugelassen beim LG u. OLG Braunschweig

Unser Zeichen/Our ref.:

3333-127 DE-1

Datum/Date

25. 10. 2002

### Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer Speicherbatterie und Überwachungseinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer Speicherbatterie durch Überwachung des Ladezustandes der Speicherbatterie.

- 5 Die Erfindung betrifft weiterhin eine Überwachungseinrichtung für Speicherbatterien mit einer Messeinheit zur Messung von den Ladezustand der Speicherbatterie kennzeichnenden Größen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm in verkörperter Form als

- 10 Erzeugnis mit Programmcodemitteln zur Durchführung ein solchen Verfahrens.

Mit zunehmender Lebensdauer von wiederaufladbaren Speicherbatterien tritt insbesondere beim Entlade- und Ladebetrieb Verschleiß auf. Neben dem Entlade- und Ladebetrieb gibt es auch andere Betriebsbedingungen, die den Verschleiß

- 15 insbesondere von elektrochemischen Energiespeichern beschleunigen. Dazu gehört z. B. beim Bleiakkumulator die gesamte Betriebsdauer, d. h. die gesamte

Antwort: bitte nach / please reply to:

### Hannover:

Freundallee 13  
D-30173 Hannover  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon: 0511 / 988 75 07  
Telefax: 0511 / 988 75 09-

### Braunschweig:

Theodor-Heuss-Straße 1  
D-38122 Braunschweig  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon: 0531 / 28 14 0 - 0  
Telefax: 0531 / 28.14.0 - 28.

seit der Inbetriebnahme verstrichene Zeit einschließlich der Perioden, in denen der Akkumulator nicht elektrisch beaufschlagt wurde.

Weiterhin können erhöhte Temperaturen den Verschleiß während der Perioden ohne elektrische Beaufschlagung und den durch zyklischen Entlade- und Ladebetrieb hervorgerufenen Verschleiß verstärken.

Für den Einsatz von Speicherbatterien ist es erwünscht, den Verschleiß auf Grund von Verlust an Speicherkapazität zu bestimmen. Hierbei stellt jedoch die Komplexität der Vorgänge in einer Speicherbatterie ein Problem dar, die mit naturwissenschaftlichen Methoden nur schwer beschreibbar sind.

Beispielsweise aus der DE 195 40 827 C2 ist ein empirisches Verfahren zur Bestimmung des Alterungszustandes einer Speicherbatterie bekannt, bei der ein batteriespezifisches Kennfeld der Batteriealterung vorgegeben wird. Durch Erfassung von Momentanwerten der Batteriealterungseinflussgrößen bei der überwachten Speicherbatterie wird mit Hilfe des Kennfeldes ein Batteriealterungswert ermittelt.

Aus der DE 39 01 680 C3 ist ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie bekannt, bei dem bei laufenden Verbrennungsmotor ständig die Ladespannung beobachtet und hinsichtlich des Über- oder Unterschreitens vorgegebener Grenzwerte überwacht wird. Auf diese Weise wird ein Defekt der Lichtmaschine erkannt. Zudem wird der zeitliche Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlussklemmen des elektrischen Anlassers während des Startvorgangs beobachtet und ausgewertet. Eine Aussage über die verfügbare Speicherkapazität der Speicherbatterie kann hierbei jedoch nicht getroffen werden.



In der DE 38 08 559 C2 ist ein Verfahren zur Überwachung der Leistungsgrenze einer Starterbatterie offenbart, bei dem durch Aufsummieren der zugeflossenen und abgeflossenen Ladungsmenge eine Ladungsmengenbilanz erstellt wird. Hieraus wird in Verbindung mit der Überwachung einer Grenz-Klemmenspannung und der Temperatur der Ladezustand der Starterbatterie bewertet. Auch hier kann keine Aussage über die verbleibende maximale Speicherkapazität des Energiespeichers getroffen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer Speicherbatterie durch Überwachung des Ladezustands der Speicherbatterie zu schaffen, mit dem eine Verschleißgröße als Maß für den Verlust an Speicherkapazität mit einfachen Mitteln zuverlässig berechnet werden kann.

Die Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß gelöst durch

- Erkennen von Tiefentladungs-Ereignissen, wenn der Ladezustand kleiner als ein für die Speicherbatterie vorgegebener Minimalladezustand ist,
- Ermitteln der Dauer der erkannten Tiefentladungen, und
- Bestimmen einer den Verschleiß kennzeichnenden Verschleißgröße in Abhängigkeit von der Gesamtanzahl und der Gesamtdauer der bislang erkannten Tiefentladungen, wobei die Verschleißgröße mit steigender Gesamtanzahl und steigender Gesamtdauer zunimmt.

Es wurde erkannt, dass der Verschleiß einer Speicherbatterie unmittelbar von der Anzahl und Dauer der bislang aufgetretenen Tiefentladungs-Ereignisse abhängt.

Eine Tiefentladung liegt dann vor, wenn aufgrund einer Entladung durch einen

äußeren Stromfluss oder durch Selbstentladung der Speicherbatterie ein Ladezustand eintritt, der tiefer als z. B. der tiefste vom Hersteller der Speicherbatterie vorgesehene Ladungszustand ist. Bei einer solchen Tiefentladung kann eine zusätzliche Schädigung eintreten, die durch parasitäre Vorgänge und Reaktionen verursacht wird, die in einem höheren bzw. im zulässigen Wertebereich des Ladezustands nicht oder nur mit sehr geringer und für die Nutzung der Speicherbatterie unerheblich kleiner Rate ablaufen. Im Zustand einer Tiefentladung jedoch setzen diese parasitären Reaktionen ein oder die Reaktionsrate dieser parasitären Reaktionen steigen auf eine störende Größe an, so dass ein Verschleiß verursacht wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann der Verschleiß nunmehr auf einfache Weise durch Ausnutzen der Erkenntnis bestimmt werden, dass der Verschleiß einer Speicherbatterie sich mit der Anzahl der Tiefentladungen, d. h. der Zahl der Entladevorgänge, bei denen der tiefste zulässige Ladezustand unterschritten wurde, und der Gesamtdauer sämtlicher bislang aufgetretener Tiefentladungen erhöht.

Besonders vorteilhaft ist es, die Verschleißgröße so zu bestimmen, dass sie überproportional mit der Gesamtanzahl der Tiefentladung zunimmt. Hierbei wird die weitere Erkenntnis genutzt, dass das Voranschreiten eines Verschleißes je nach Bauart der Speicherbatterie unter Umständen progressiv erfolgt. Die Bestimmung des Verschleißes basiert in diesem Fall auf dem Phänomen, dass eine eintretende Tiefentladung zu einem umso höheren Verschleiß führt, je mehr Tiefentladungen bereits insgesamt stattgefunden haben. Dieser verstärkende Effekt lässt sich durch eine Vorschädigung der Speicherbatterie durch vorangegangene Tiefentlade-Ereignisse erklären, die zu einer Verstärkung der parasitären Reaktionen führen.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Verschleißgröße vorzugsweise so bestimmt, dass sie überproportional mit der Gesamtdauer der Tiefentladungen zunimmt. Dabei wird ausgenutzt, dass sich der Verschleiß für Bauarten von Speicherbatterien mit der Gesamtdauer der Tiefentladungen, d. h. der Summe der Dauern aller eingetretenen Tiefentladungen, erhöht. Die Dauer einer Tiefentladung ist die Zeitdauer, während der die parasitären Reaktionen ablaufen. Dabei wird die Erkenntnis ausgenutzt, dass das Voranschreiten eines Verschleißes je nach Bauart der Speicherbatterie progressiv erfolgt, d. h. eine Verlängerung der Gesamtdauer der Tiefentladungen zu einem umso höheren Verschleiß führen kann, je länger die Gesamtdauer der Tiefentladungen bereits war. Dieser verstärkende Effekt lässt sich durch eine Vorschädigung durch vorangegangene Tiefentlade-Perioden erklären, die zu einer Verstärkung der parasitären Reaktionen führen.

- 15 Vorzugsweise werden zur Aufsummierung der Gesamtanzahl von Tiefentladungen nur solche Tiefentladungs-Ereignisse gewertet, deren Dauer eine definierte Minimaldauer überschreitet. Es werden also nur ausgewählte Tiefentladungen berücksichtigt, die auf Grund ihrer Länge zu einer Vorschädigung der Speicherbatterie führen.

20 Die definierte Minimaldauer wird dabei vorzugsweise in Abhängigkeit von der Umgebungs- oder Batterietemperatur festgelegt. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Wirkung von Tiefentladungen unter Umständen temperaturabhängig sein kann.

- 25 Die definierte Minimaldauer sollte im Bereich von etwa 0,1 bis 100 Stunden liegen.

- 30 Aus der so ermittelten Verschleißgröße kann dann der Verlust an Speicherfähigkeit der Speicherbatterie bestimmt werden. Hierzu wird der Verlust an Speicher-

fähigkeit proportional zu der ermittelten Verschleißgröße ausgehend von einer Speicherfähigkeit zu einem vorhergehenden definierten Zeitpunkt, vorzugsweise der Speicherfähigkeit der Speicherbatterie im Neuzustand, bestimmt.

- 5 Anstelle des Verlustes an Speicherfähigkeit kann aber auch eine Veränderung einer anderen Kenngröße aus der Verschleißgröße abgeleitet werden.

Vorzugsweise liegt ein von der Gesamtanzahl der erkannten Tiefentladungen abhängiger erster Verschleißanteil zur Verschleißgröße nach einer ersten Tiefentladung im Wertebereich zwischen 0,1 % und 50 %, vorzugsweise zwischen 1 % und 20 %, der Speicherfähigkeit der Speicherbatterie zu einem vorhergehenden definierten Zeitpunkt, vorzugsweise dem Neuzustand. Der Wert des von der Gesamtanzahl abhängigen ersten Verschleißanteils beträgt nach der ersten Tiefentladung bei Umgebungs- oder Batterietemperaturen von etwa 20 °C vorzugsweise 0,3 % bis 5 %.

Ein von der Gesamtdauer der erkannten Tiefentladungen abhängiger zweiter Verschleißanteil zur Verschleißgröße hat nach einer Gesamtdauer von etwa 100 Stunden vorzugsweise einen Wert zwischen 0,1 % und 100 %, vorzugsweise zwischen 0,1 % und 20 %, der Speicherfähigkeit der Speicherbatterie zu einem vorhergehenden definierten Zeitpunkt, vorzugsweise dem Neustand. Bei Umgebungs- oder Batterietemperaturen von etwa 20 °C liegt der Wert des von der Gesamtdauer abhängigen zweiten Verschleißanteils nach einer Gesamtdauer von etwa 100 Stunden vorzugsweise im Bereich von 0,3 % und 5 %.

25

Die genannten Werte haben sich insbesondere für Bleiakkumulatoren als geeignet herausgestellt.

Die Verschleißgröße wird dabei vorzugsweise aus der Summe eines von der Gesamtanzahl der Tiefentladungen abhängigen ersten Verschleißanteils und eines

30

von der Gesamtdauer der Tiefentladungen abhängigen zweiten Verschleißanteils bestimmt. Dabei wird der erste Verschleißanteil aus einer ersten Funktion berechnet, die sich überproportional zu der Gesamtanzahl verhält. Der zweite Verschleißanteil wird hingegen aus einer zweiten Funktion berechnet, die sich linear oder überproportional zu der Gesamtdauer verhält. Zur Bestimmung der Verschleißgröße erfolgt somit die Berücksichtigung der Gesamtanzahl und Gesamtdauer der Tiefentladungen unabhängig voneinander durch getrennte Funktionen.

Zur Durchführung des Verfahrens ist vorzugsweise eine Überwachungseinrichtung für Speicherbatterien mit einer Messeinheit zur Messung von den Ladezustand der Speicherbatterie kennzeichnenden Größen vorgesehen. Die Überwachungseinheit hat eine vorzugsweise programmierbare prozessorgestützte Auswerteeinheit zur Bestimmung des Ladezustands der Speicherbatterie aus den gemessenen Größen und zur Ermittlung des Verschleißes der Speicherbatterie, die zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist. Dies kann in für den Fachmann bekannter Weise durch Programmierung oder unter Verwendung von Logikschaltungen erfolgen.

Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogramm in verkörperter Form als Erzeugnis mit Programmcodemitteln gelöst, wobei die Programmcodemittel zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet sind, wenn das Computerprogramm mit Hilfe eines Mikroprozessors ausgeführt wird. Die Verkörperung des programmierten Algorithmus kann beispielsweise auf einer Diskette oder als Programmdatenstrom in einem Datennetzwerk o. ä. erfolgen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig.1 - Skizze einer Speicherbatterie mit einer Überwachungseinrichtung zur Messung des Ladezustands und erfindungsgemäßen Ermittlung des Verschleißes.

Die Figur 1 lässt eine Skizze einer Speicherbatterie 1 erkennen, die mit einer Überwachungseinrichtung 2 kontinuierlich während der gesamten Lebensdauer überwacht wird. Hierbei wird der Ladezustand der Speicherbatterie fortlaufend mit einer Messeinheit 3 gemessen und überprüft, ob ein Tiefentlade-Ereignis vorliegt. Ein Tiefentlade-Ereignis ist dann gegeben, wenn der Ladezustand unterhalb eines vom Hersteller der Speicherbatterie angegebenen minimalen Ladezustands ist. Insbesondere wird die Batteriespannung beobachtet und überprüft, ob die Batteriespannung unter eine definierte Minimalspannung fällt, um ein Tiefentlade-Ereignis zu erkennen.

Dann wird die Gesamtanzahl und Gesamtdauer der bislang während der Lebensdauer der Speicherbatterie aufgetretenen Tiefentladungs-Ereignisse berechnet und hieraus eine Verschleißgröße bestimmt. Der Verschleiß der Speicherbatterie 1 bzw. die entsprechende Verschleißgröße  $Q_v$  nimmt hierbei mit steigender Gesamtanzahl  $N$  der erkannten Tiefentladungen und der steigenden Gesamtdauer  $T$  zu. Die Berechnung der Verschleißgröße  $Q_v$  kann dabei durch Aufsummieren eines ersten Verschleißanteils  $Q_{vN}$  und eines zweiten Verschleißanteils  $Q_{vT}$  erfolgen, wobei der erste Verschleißanteil  $Q_{vN}$  aus einer von der Gesamtanzahl  $N$  der erkannten Tiefentladungen abhängigen Funktion  $f(N)$  berechnet wird. Der zweite Verschleißanteil  $Q_{vT}$  wird aus einer zweiten Funktion  $g(T)$  in Abhängigkeit von der Gesamtdauer der erkannten Tiefentladungen berechnet. Der Wert der Funktionen  $f(N)$  und  $g(T)$  steigt vorzugsweise mit zunehmender Anzahl  $N$  bzw. zunehmender Dauer  $T$ , d. h.  $d f(N) / d N > 0$  und  $d g(T) / d T > 0$ .

Mit steigender Anzahl  $N$  der Tiefentladungen nimmt der erste Verschleißanteil  $Q_{VN}$  in einer Ausführungsform progressiv zu. Die Funktion  $f(N)$  bzw. ihre Entwicklung nach der Gesamtanzahl  $N$  enthält mindestens einen Term  $N^x$  mit  $x > 1$ .

- 5 Die Funktion kann beispielsweise dargestellt werden als  $f(N) \sim c_1 N^2$ , wobei  $c$  eine Konstante ist.

Bei der Gesamtanzahl  $N$  werden allerdings nur solche Tiefentladungs-Ereignisse gewertet, deren Dauer  $\tau$  eine definierte Minimal-Dauer  $\tau_{\min}$  überschreitet. Die definierte Minimal-Dauer  $\tau_{\min}$  ist vorzugsweise im Bereich zwischen 0,1 und 100 Stunden festgelegt. Die Minimal-Dauer  $\tau_{\min}$  sollte in Abhängigkeit von der Umgebungs- oder Batterietemperatur definiert sein und wird für eine Umgebungstemperatur von etwa 20 °C vorzugsweise zwischen 10 und 100 Stunden gewählt.

- 15 Der zweite Verschleißanteil  $Q_{VT}$  zur Verschleißgröße  $Q_V$ , der von der Gesamtdauer  $T$  der Tiefentladungs-Ereignisse abhängig ist, wird vorzugsweise durch eine Funktion  $g(T)$  berechnet, die linear oder progressiv mit der Gesamtdauer  $T$  während der Lebensdauer der Speicherbatterie erkannten Tiefentlade-Ereignisse zunimmt. Die Funktion  $g(T)$  bzw. ihre Entwicklung nach der variablen Gesamtdauer
- 20  $T$  enthält somit mindestens einen Term  $T^Y$  mit  $Y \geq 1$ . Als vorteilhaft hat sich eine Funktion  $g(T) \sim c_2 \cdot T$  mit der Konstanten  $c_2$  herausgestellt, die linear mit der Gesamtdauer  $T$  anwächst.

- 25 Der erste und zweite Verschleißanteil  $Q_{VN}$ ,  $Q_{VT}$  sollte in Abhängigkeit von der Batterie- oder Umgebungstemperatur berechnet werden. Dabei ist es vorteilhaft, den ersten und zweiten Verschleißanteil  $Q_{VN}$  und  $Q_{VT}$  auf eine Referenztemperatur, beispielsweise Raumtemperatur von 20 °C, zu normieren. Bei dieser Referenztemperatur von 20 °C sollte der Wert des ersten Verschleißanteils  $Q_{VN}$  nach der ersten Tiefentladung im Bereich von 0,3 % bis 5 % liegen. Der zweite Ver-

schleißanteil  $Q_{VT}$  sollte bei der Referenztemperatur nach einer Gesamtdauer  $T$  von 100 Stunden einen Wert ebenfalls im Bereich von 0,3 % bis 5 % haben.

Die Auswerteeinheit 2 hat optional weitere Mittel, insbesondere Pro-

- 5 grammcodemittel, um aus der Verschleißgröße  $Q_V = Q_{VN} + Q_{VT}$  die aktuelle Speicherfähigkeit oder auch andere die Speicherbatterie kennzeichnende Eigenschaften, die dem Verschleiß unterliegen, zu ermitteln. Hierzu wird die Verschleißgröße  $Q_V$  gegebenenfalls multipliziert mit einem Faktor von der Anfangskapazität  $Q_N$  der Speicherbatterie im Neuzustand subtrahiert:

$$Q_{ist} = Q_N - c_3 Q_V,$$

mit  $c_3$  als konstanter Proportionalitätsfaktor. Die Verschleißgröße  $Q_V$  ist somit ein direktes Maß für den Verlust an Speicherfähigkeit der Speicherbatterie.

15

Das Verfahren kann mit weiteren Methoden zur Verschleißermittlung verknüpft werden, die möglicherweise weitere zum Verschleiß von Speicherbatterien beitragende physikalische Effekte als die Tiefentladung berücksichtigen. Die aktuelle Speicherfähigkeit  $Q_{ist}$  wird dann aus der Anfangskapazität  $Q_N$  der Speicher-

20 batterie im Neuzustand und der verknüpften Verschleißgröße  $Q^*_V$  berechnet durch:

$$Q_{ist} = Q_N - c_4 \cdot Q^*_V,$$

- 25 wobei  $c_4$  ein konstanter Proportionalitätsfaktor ist.



## Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Ermittlung des Verschleißes einer Speicherbatterie durch Überwachung des Ladezustands der Speicherbatterie hat die Schritte:

- 5
- Erkennen von Tiefentladungs-Ereignissen, wenn der Ladezustand kleiner als ein für die Speicherbatterie vorgegebener Minimalladezustand ist,
  - Ermitteln der Dauer ( $\tau$ ) der erkannten Tiefentladungen, und
  - Bestimmen einer den Verschleiß kennzeichnenden Verschleißgröße ( $Q_v$ ) in Abhängigkeit von der Gesamtanzahl ( $N$ ) und der Gesamtdauer ( $T$ ) der bislang erkannten Tiefentladungen, wobei die Verschleißgröße ( $Q_v$ ) mit steigender Gesamtanzahl ( $N$ ) und
- 15
- steigender Gesamtdauer ( $T$ ) zunimmt.

Bezug zur Figur 1

JG/ba

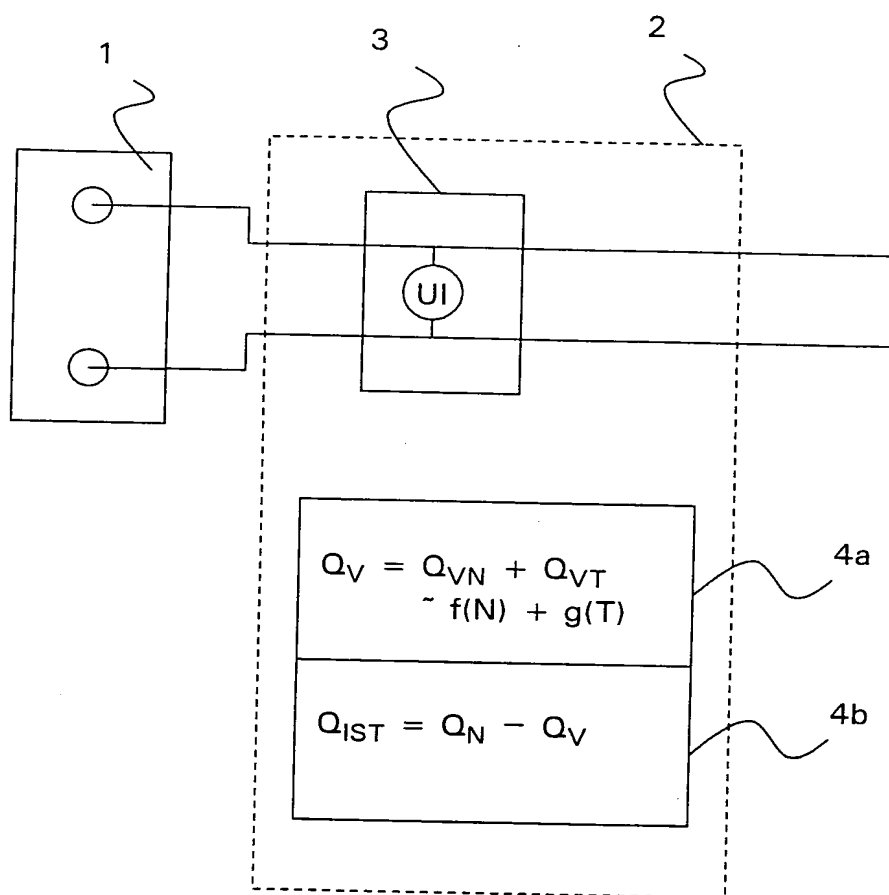


Fig. 1